

# OPTICAL AMPLIFIER

Publication number: JP3253823 (A)

Publication date: 1991-11-12

Inventor(s): SHIODA TAKAO

Applicant(s): FUJIKURA LTD

Classification:

- International: G02F1/35; H01S3/06; H01S3/07; H01S3/0915; H01S3/17; G02F1/35; H01S3/06; H01S3/0915; H01S3/17; (IPC1-7): G02F1/35; H01S3/07; H01S3/0915; H01S3/17

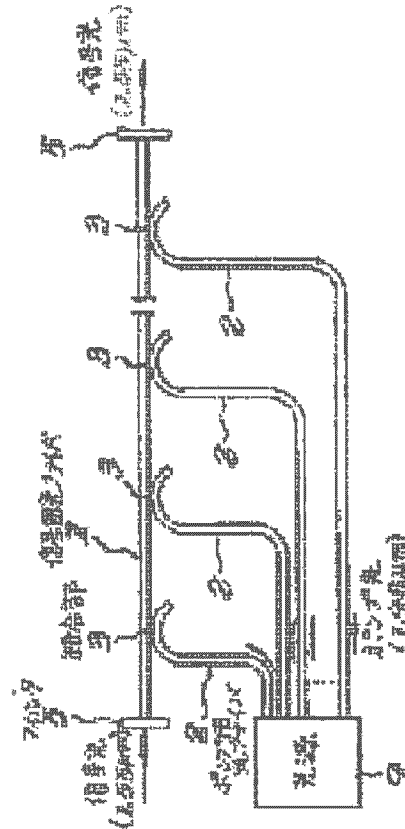
- European:

Application number: JP19900053019 19900305

Priority number(s): JP19900053019 19900305

Abstract of JP 3253823 (A)

**PURPOSE:** To increase the degree of amplification by coupling plural pumping optical waveguides with a signal optical waveguide, doped with a rare earth element, at positions which are different in the length direction. **CONSTITUTION:** The optical fibers 2, 2... for pumping are coupled with the signal optical fiber 1 by coupling parts 3 in order at the positions which are different in the length direction. Signal light which is propagated in the optical fiber 1 is amplified first with pump light coupled at the 1st coupling part 3 and then amplified with pump light coupled by the next coupling part 3 where amplification operation becomes weak, so that the signal light is amplified in order in the length direction of the optical fiber 1. Consequently, the degree of amplification is further increased.



⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A) 平3-253823

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 平成3年(1991)11月12日  
G 02 F 1/35 5 0 1 7246-2K  
H 01 S 3/07 7630-5F  
3/0915  
3/17  
7630-5F H 01 S 3/091 J  
審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光アンプ

⑯ 特 願 平2-53019

⑰ 出 願 平2(1990)3月5日

⑱ 発 明 者 塩 田 孝 夫 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内

⑲ 出 願 人 藤倉電線株式会社 東京都江東区木場1丁目5番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 佐藤 祐介

明 細 書

1. 発明の名称

光アンプ

2. 特許請求の範囲

(1) 信号光を伝播させるための、希土類がドープされた信号用光導波路と、この信号用光導波路の長さ方向に異なる位置で該導波路に結合する複数のポンプ用光導波路と、これら複数のポンプ用光導波路にポンプ光を入射する光源とを備えることを特徴とする光アンプ。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、導波型光デバイスにより構成される光アンプに関する。

【従来の技術】

従来より、光信号を直接増幅することができる光アンプとして光ファイバアンプが知られている。これは、希土類をドープした光ファイバに他の通常の光ファイバを結合させてその通常の光ファイバ中に伝播する光でポンピング作用を起こし、光

の誘導放出を利用して、上記希土類ドープ光ファイバ中の信号光を増幅するというものである。

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の光ファイバアンプは、第2図のカーブBに示すように比較的低入力光レベルでゲインが飽和するという問題を持つ。また、希土類ドープ光ファイバにおいて光の誘導放出を起こし光の増幅作用に実質的に寄与する部分の長さが、ポンプ光との結合部から通常120m程度の長さに限られるため、増幅度のある程度以上に上げることが困難であるという欠点もある。

この発明は、より大きな入力光レベルまでゲインが飽和せず、増幅度を上げることもできるよう改善した光アンプを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、この発明による光アンプでは、信号光を伝播させるための、希土類がドープされた信号用光導波路と、この信号用光導波路の長さ方向に異なる位置で該導波路に結合する複数のポンプ用光導波路と、これら複数のポン

ポンプ用光導波路にポンプ光を入射する光源とが備えられている。

#### 【作 用】

この光アンプでは、希土類がドーパされた信号用光導波路に対し、その長さ方向に異なる位置に、複数のポンプ用光導波路がそれぞれ結合されており、その複数のポンプ用光導波路の各々にポンプ光が入射させられる。

そのため、信号用光導波路中を伝播する信号光は、結合されたポンプ光により増幅されるが、その結合が信号用光導波路の長さ方向に複数箇所において行われるため、光増幅部として有効な部分が信号用光導波路の長さ方向に複数箇所設けられることになり、トータルでは光増幅部の長さが実質的に長くされて増幅度が向上するとともに、増幅ゲインの飽和はより大きな入力光レベルまで起こらなくなる。

#### 【実施例】

つぎにこの発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。第1図の実施例において、光

ファイバ1は、増幅すべき信号光を伝播させるためのもので、希土類がドーパされた光ファイバからなる。ドーパすべき希土類元素としてはエルビウム、ホルミウム、ネオジウムなどを使用することができる。この信号用光ファイバ1に対して、その長さ方向の異なる位置において、何本かのポンプ用の光ファイバ2、2、…が順次結合部3において結合されている。結合部3はたとえば光ファイバカブラにより構成することができる。すなわち、たとえばWDM (Wavelength Division Multiplex)カブラと同様に、光ファイバ1、2を加熱して側面において相互に融着し、加熱しながら融着部を延伸してテーパ部を形成することによって作ることができる。そして、これらポンプ用光ファイバ2、2、…の端部は1個の光源4に接続される。

実際には、増幅すべき信号光（たとえば波長1.55 $\mu$ mの光）はフィルタ5を通して信号用光ファイバ1に入射させられ、増幅された後、フィルタ5を通して出射されるようになっている。光源4と

-3-

してたとえば波長1.48 $\mu$ mのレーザ光を発生するレーザ光源が用いられ、この光がポンプ用光ファイバ2、2、…の各々に入射させられる。

このような構成の光ファイバアンプにおいて、ポンプ用光ファイバ2、2、…の本数を増やし、それらと信号用光ファイバ1との結合部3を増やすと、実質的にアンプ部として機能する部分の長さが長くなり高い増幅ゲインを得ることができる。すなわち、光ファイバ1中を伝播する信号光は、最初の結合部3において結合されたポンプ光によってまず増幅され、その増幅作用が弱ってきた部分付近でつぎの結合部3で結合されたポンプ光によって増幅されるというように、光ファイバ1の長さ方向に順次増幅されるため、トータルでは増幅部として実質的に有効に機能する部分の長さが長くされたことになり、増幅度がより高められたことになる。その結果、たとえば第2図のカーブAのような、ゲインの飽和がより大きな入力光レベルまで生じない、ゲイン特性を得ることができる。なお、このカーブAは、信号用光ファイバ1

-5-

-4-

として長さ90mのエルビウムをドーパした光ファイバを用い、これにポンプ光として波長1.48 $\mu$ m、90mWのレーザ光を3箇所の結合部3で結合させて得たものである。

第3図は第2の実施例を示すものである。この実施例では、第1図のように単一の光源4を用いてその光を複数のポンプ用光ファイバ2に供給するのではなく、複数のポンプ用光ファイバ2のそれぞれに個別に光源4を設置し、その各出力光をポンプ用光ファイバ2の各々に導くようにしている。この場合、各光源4の出力を大きくして高い増幅度とすることもでき、また、光ファイバ2及び光源4の数を増やせば各光源4に高出力のレーザ光源を用いなくてもよい利点もある。たとえば、共振器長1mm程度の特種な半導体レーザをポンプ用の光源4として使用することもできる。通常の300 $\mu$ m程度の共振器長を持つ20mW程度の半導体レーザを5個使用し、それぞれからの波長1.48 $\mu$ mの光をポンプ用光ファイバ2に導き、5箇所の結合部3で信号用光ファイバ1に結合させたとき、

-6-

希土類がドーパされた信号用光ファイバ1の300mで増幅作用を行わせることができる。このとき、ゲインは32dBとなり、1個の結合部3のみでどのように大きな出力のポンプ光を用いた場合よりも、数dB大きなゲインが得られた。また、ポンプ用光源4のトータルな出力に対する増幅効率も優れたものとなる。

なお、上記では、光導波路として光ファイバを用いた実施例について説明したが、平面型の光導波路を用いてもよい。この平面型光導波路の場合、たとえば、基板材料として $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、PLZT、 $\text{SBN}$ 、 $\text{TlBaO}_3$ 、 $\text{ZnO}$ などの酸化物誘電体材料あるいは石英ガラス、光学ガラス等のガラス材料を用い、この基板に導波路材料をドーパして形成する。導波路材料の高屈折率材料としては $\text{Tl}$ 、 $\text{Ta}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{La}$ 、 $\text{Y}$ など、低屈折率材料としては $\text{MgO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{BeO}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{BaO}_3$ などが使用できる。信号用の導波路部分には希土類元素をドーパするが、平面型光導波路の場合、光ファイバに比べて長くできないので、希土類元素の濃度は高くする必要がある。このよ

うな平面型光導波路の場合も効率的な増幅を行うことができ増幅ゲイン及び飽和特性とも改善できる。また、光スイッチや光分岐器などの光回路素子と集積化することも容易である。この種の平面型光導波路の基板材料としては、上記のように $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{SBN}$ などのPhotorefractive効果(光有線屈折率変化)を起こしやすい材料が含まれているので、大出力のレーザパワーを基板に入力することを避けなければならないという要請があるが、上記第3図の実施例のようにポンプ用の光源4を個別に設けることによりこの要請を満たすことができるということも銘記されるべきである。

#### 【発明の効果】

この発明の光アンプによれば、増幅効率が高く、高出力の増幅光を得ることができるとともに、飽和特性も改善することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の第1の実施例を示す模式図、第2図はゲイン特性を示すグラフ、第3図は第2の実施例を示す模式図である。

-7-

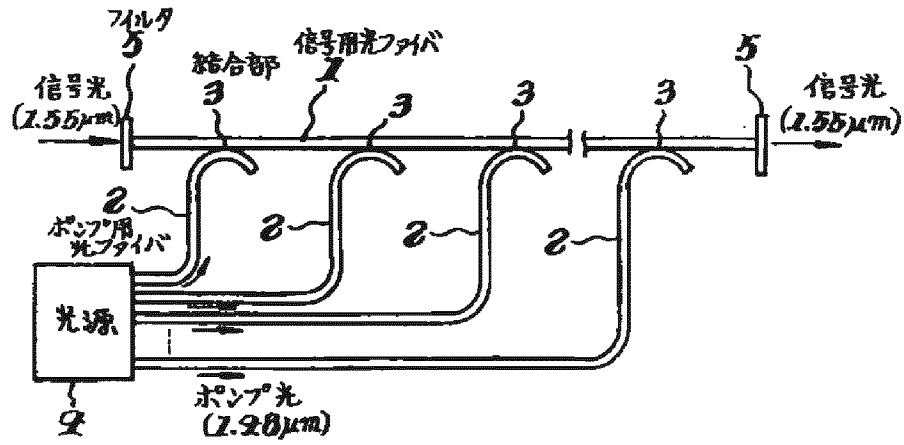
-8-

1…信号用光ファイバ、2…ポンプ用光ファイバ、  
3…結合部、4…光源、5…フィルタ。

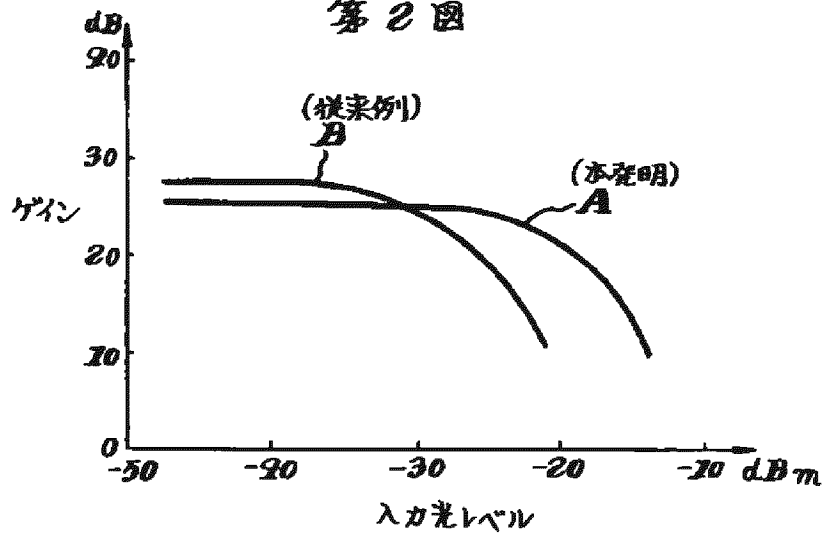
出願人 原倉電線株式会社  
代理人 弁理士 佐藤祐介



第1図



第2図



第3図

